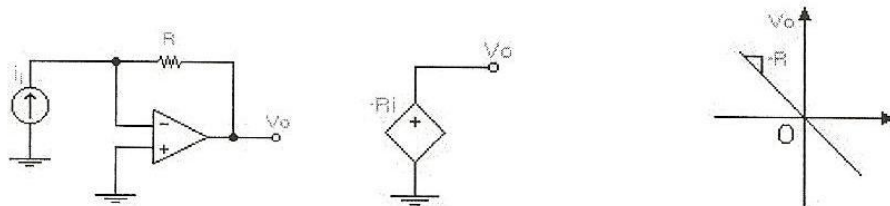


8.1.4 Amplificatoare de transrezistentă (convertoare curent - tensiune)

Amplificatoarele operationale sunt amplificatoare de tensiune, dar cu ajutorul unor componente exterioare pot fi configurate să lucreze și în următoarele trei tipuri de amplificatoare: amplificatoare de transrezistență; amplificatoare de transconductanță; amplificatoare de curent.



a) Amplificator transrezistentă b) Echivalentul Thevenin a ieșirii c) Caracteristica de transfer

Fig. 8.13 Convertor curent – tensiune

În figura 8.13 a este prezentat amplificatorul de transrezistență, denumit și convertor I - V. În continuare încercăm să determinăm o relație între tensiunea de ieșire și cea de intrare. Se observă că, deoarece nu circula curent prin pinul de intrare inversor, curentul i_i trebuie să treacă prin rezistența R. Mai mult, deoarece pinul inversor este virtual legat la masă, putem scrie: $v_o = -R \cdot i$

Amplificarea transrezistență este, după cum rezulta din relația de mai sus, $-R$ și este măsurată în (V/A).

După cum este arătat în figura 8.13 b pinul de ieșire se comportă ca o sursă dependentă de tensiune comandată în curent. În figura 8.13 c este prezentată caracteristica de transfer a circuitului. O astfel de relație poate fi obținută alimentând circuitul cu i_i prin rezistența R fără să treacă curentul prin amplificatorul operational. Astfel, amplificatorul operational va "vedea" $R \cdot i = 0$, deoarece sursa este conectată la o masă virtuală, iar sarcina de ieșire este $R_o = 0$, deoarece tensiunea v_o

vine de la o sursă internă ideală a v_D .

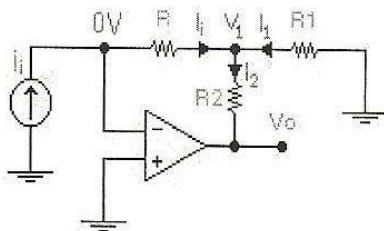


Fig. 8.14 Convertor I - V cu rețea T în bucla de reacție

Rolul amplificatorului operational este de a preveni orice încărcare la intrare sau iesire. În figura 8.14 este prezentat un convertor I -V care utilizează o rețea în T pentru a realiza o amplificare de transrezistență mare, fără a folosi rezistențe foarte mari.

Pentru a determina caracteristica de transfer, aplicăm teorema I Kirchhoff în nodul

$$V_1, \text{ și vom obține } i_1 + i_1 = i_2 \text{ sau: } i_1 + \frac{0 - v_1}{R_1} = \frac{v_1 - v_o}{R_2}.$$

Dar, cu toate că, curentul de intrare i_1 trece prin rezistența R , avem $v_1 = -R \cdot i_1$.

$$\text{Înlocuind în relația anterioară obținem: } v_o = -k \cdot R_2 \cdot i_1 \text{ unde } k = 1 + \frac{R}{R_1} + \frac{R}{R_2}.$$

8.1.5 Amplificatoare de transconductanță (convertoare tensiune - curent)

Rolul amplificatorului de transconductanță, denumit și convertor tensiune-curent, este de a converti un semnal de intrare în tensiune V_i , într-un semnal de ieșire în curent i_o ,

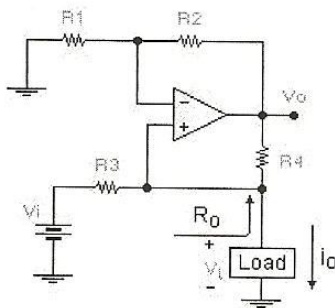


Fig 8.15 Convertor tensiune-curent

independent de sarcina apărută la ieșire. Astfel, sarcina trebuie văzută ca o rezistență $R_o = \infty$. Un convertor U - I popular, cunoscut sub numele de "circuit Howland" după inventatorul său, este prezentat în figura 8.15. În continuare, vom determina o relație între curentul de ieșire și tensiunea de intrare. Considerăm că nu există circulație de curent pe pinul neînversor al amplificatorului operational și, aplicând

$$\text{teorema I Kirchhoff, obținem: } i_o = \frac{v_i - v_L}{R_3} + \frac{v_o - v_L}{R_4}, \text{ unde}$$

v_L este tensiunea apărută pe sarcină. Subcircuitul format din rezistențele R_1 , R_2 și

$$\text{amplificatorul operational, formează un amplificator neînversor, și deci: } v_o = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \cdot v_L$$

Înlocuind expresia lui v_o în relația anterioară se obține:

$$i_o = \frac{v_i}{R_3} - \frac{v_L}{R_4} \cdot \left(\frac{R_4}{R_3} - \frac{R_2}{R_1}\right) = \frac{v_i}{R_3} - \frac{v_L}{R_o} \text{ unde: } -R_o = \frac{R_4}{\frac{R_4}{R_3} - \frac{R_2}{R_1}}.$$

Pentru a face curentul i_o independent de tensiunea pe sarcină v_L , vom impune:

$$\frac{R_4}{R_3} = \frac{R_2}{R_1} \text{ ceea ce este echivalent cu } R_o = \infty. \text{ Ecuația devine astfel: } i_o = \frac{1}{R_3} \cdot v_i$$

Amplificarea de transconductanță este $1/R_3$ și este exprimat în V/A. După cum se observă din figura 8.16 curentul i_o este comandat de v_i , dar este independent de v_L . Mai

mult, când $v_L > 0$, circuitul este "sursa de curent", iar când $v_L < 0$ este "consumator de curent".



a) Caracteristica de transfer

b) Caracteristica de iesire a convertorului V-I

Fig. 8.16 Caracteristicile convertorului V-I

În cazul circuitului Howland este necesar un amplificator operational si o punte cu rezistente echilibrata. Circuitul realizeaza o rezistenta $R_O = \infty$ printr-o reactie pozitiva cu rezistenta R_4 .

8.1.6 Amplificatoare de curent

În figura 8.17 sunt prezentate doua posibilitati de configurare a unui amplificator operational pentru ca acesta sa lucreze ca un amplificator de curent.

Consideram cazul prezentat în figura 8.17a. Aplicând relatia lui Ohm si teorema II Kirchhoff, obtinem urmatoarea relatie pentru curentul de iesire:

$$i_o = \frac{(v_o - v_p)}{R_1} = \frac{(v_n - R_2 \cdot i_1 - v_p)}{R_1}$$

Astfel, când amplificatorul operational forteaza potentialul din noul "N" sa fie egal cu potentialul din noul "P", se obtine: $i_o = -\frac{R_2}{R_1} \cdot i_1$.

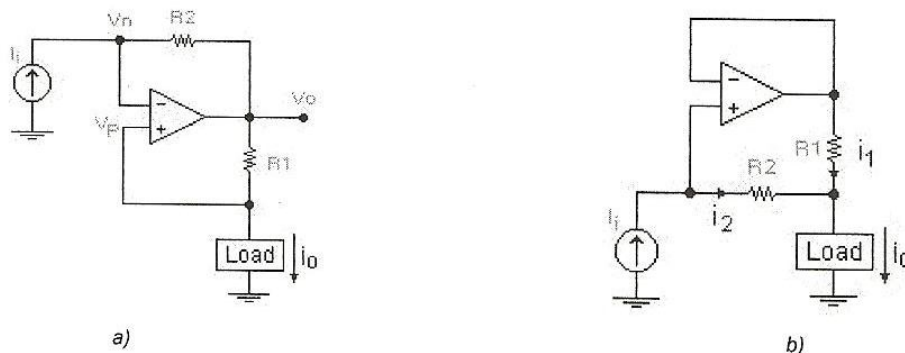


Fig. 8.17 Amplificatoare de curent

O amplificare negativa semnifica faptul ca, daca introducem (sau consumam) curent prin circuit, se va modifica în consumator (sau sursa) de curent de la sarcina. Când rezistentele sunt egale circuitul este denumit "inversor de curent" sau "oglinza de curent", deoarece la iesire se obtine un curent egal în modul dar de sens contrar celui de intrare.

În circuitul din figura 8.17 b. intrarea amplificatorului operational apare virtual scurcircuitata, rezistentele realizeaza aceeasi cadere de tensiune: $R_1 \cdot i_1 = R_2 \cdot i_2$ Aplicând

teorema I Kirchhoff, se obtine urmatoarea relatie: $i_o = i_1 + i_2 = i_1 + \frac{R_2 \cdot i_1}{R_1} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \cdot i_1$

Din relatie se observa ca, daca introducem (sau consumam) curent în circuit, acesta va determina un curent pe sarcina de $1 + (R_2/R_1)$ mai mare decât curentul de intrare.